

Removal of organics and volatile metals from soil in contaminated land reclamation and treatment - carrying contaminants from chamber by transport gas which is passed through packed tower where quench/scrubbing liquid flows against gas flow, to produce cleaned gas and liquid concentrate

Patent Assignee: WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP (WESE)

Inventor: CASH D W; LAHODA J; PAFFENBARGER J A; PAULSON K C; SEAGLE J C

Abstract (Basic): US 5361514 A

The removal of organics and volatile metals from soils using thermal desorption involves moving contaminated materials, positioned on a belt conveyor, through a chamber (32) under oxygen conditions, temperature conditions, and residence time effective to avoid incineration of the contaminants. This is carried out while volatilising the contaminants and producing a processed material that is decontaminated.

The volatilised contaminants are carried from the chamber (32) by a transport gas which is passed through a packed tower (70) where quench/scrubbing liquid flows countercurrent to gas flow, for producing a cleaned gas and a contaminated liquid concentrate.

ADVANTAGE - Separates difficult to vaporise contaminants from material, has increased throughput, does not produce additional toxic materials, and efficiently cools processed material without further recontamination.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-208184

(43)公開日 平成5年(1993)8月20日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 0 9 B 3/00

3 0 2 G 6525-4D

A 6 2 D 3/00

7416-2E

審査請求 未請求 請求項の数15(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-314065
(22)出願日 平成4年(1992)10月29日
(31)優先権主張番号 07/785397
(32)優先日 1991年10月30日
(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590004419
ウェスチングハウス・エレクトリック・コーポレーション
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION
アメリカ合衆国、ペンシルベニア州、ピッツバーグ、ゲイトウェイ・センター (番地なし)
(72)発明者 エドワード ジーン ラホダ
アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 ピッツバーグ ワシントン ストリート 116
(74)代理人 弁理士 加藤 紘一郎 (外2名)

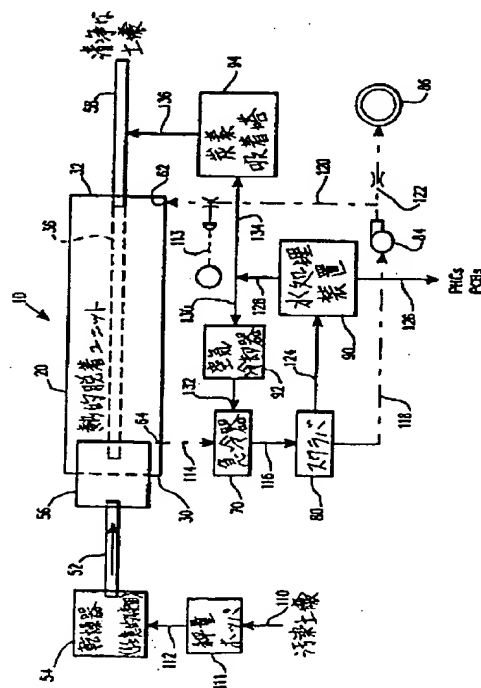
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 汚染要因物の除去方法及び装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 処理量が多く、しかも毒性物質を新たに生じさせない被汚染物からの汚染要因物の効率的な分離方法及び装置を提供する。

【構成】 熱的脱着法を用いて有機物及び揮発性金属を土壌から除去するにあたり、被汚染物をベルトコンベヤ36に載せた状態で汚染要因物の焼却を実質的に避けるのに有効な酸素濃度条件、温度条件及び滞留時間の下で室20を通って移動させ、被汚染物を加熱して汚染要因物を揮発させると共に汚染除去された処理物質を生じさせる。揮発した汚染要因物及び搬送ガスを含むガス流を凝縮器70及びスクラバ80に通して清浄なガス及び汚染状態の液状凝縮物を生じさせ、清浄なガスを搬送用ガスとして室内へ再循環させるか、ガス清浄化装置を通して大気中に放出する。液状凝縮物を水処理装置90に通して得た清浄な水を空気冷却器92に通し再循環させて急冷器に戻すか、炭素吸着塔94に通して処理物質の急冷用の水として再循環させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被汚染物から汚染要因物を除去する方法において、被汚染物をベルトコンベヤ上に載せた状態で室内をその装入端から排出端に移動させ、室内のベルトコンベヤ上の被汚染物を、被汚染物が室内を通過して移動している間に加熱して、汚染要因物を揮発させると共に実質的に汚染除去された処理物質を得るのに有効な温度にし、汚染要因物の焼却を実質的に回避するのに有効な温度、酸素濃度及び滞留時間を維持し、揮発した汚染要因物を室から排出し、室から排出した揮発汚染要因物の少なくとも一部を凝縮させて凝縮物を生じさせ、処理物質を室の排出端を通して室から排出することを特徴とする方法。

【請求項2】 揮発した汚染要因物を室から運び出すための搬送用ガスを室に通ず段階を更に含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項3】 被汚染物の加熱段階では、被汚染物を赤外線加熱することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項4】 揮発した汚染要因物を室から運び出すのに利用される搬送用ガスは、室から排出した処理物質を急冷することによって生じた蒸気であることを特徴とする請求項2の方法。

【請求項5】 空気が室に流入するのを実質的に阻止して毒性の強い燃焼生成物の生成を最少量に抑える段階を更に含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項6】 被汚染物を室内への装入に先立って乾燥させて被汚染物から水分を除去する段階を更に含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項7】 被汚染物を室内への装入に先立って乾燥させて水分を除去した後、ベルトコンベヤ上で毎時少なくとも5～15トン(4500～13600kg)の被汚染物を処理することを特徴とする請求項6の方法。

【請求項8】 汚染要因物を揮発させるために被汚染物を212°F(100°C)～1250°F(680°C)の温度に加熱することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項9】 汚染状態の土壌を加熱する段階では、土壌からPCBを揮発させるために汚染状態の土壌を850°F(450°C)以上の温度に加熱することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項10】 室から出た搬送用ガス及び揮発汚染要因物を含むガス混合物をスクラビングし、スクラビングされたガス及び汚染状態の液体凝縮物を生じさせる段階を更に含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項11】 スクラビングされたガスの少なくとも一部を搬送用ガスとして室内に導入することにより、スクラビングされたガスを再循環させる段階を更に含むことを特徴とする請求項10の方法。

【請求項12】 有機汚染要因物を、汚染状態の液体凝縮物及びガス混合物のスクラビング中にガス混合物を冷却する際に用いられる水から分離するための水処理装置

で汚染状態の液体凝縮物を処理し、水の少なくとも一部を空気冷却器内で冷却された水を生じさせ、冷却された水を用いて揮発汚染要因物を凝縮させることにより冷却水の少なくとも一部を再循環させることを特徴とする請求項10の方法。

【請求項13】 残留汚染要因物を水から除去して処理された水を生じさせる残留物処理装置で水の少なくとも一部を処理し、処理された水を再循環させ、その少なくとも一部を用いて室から排出中の処理材料を急冷することを特徴とする請求項12の方法。

【請求項14】 揮発性及び半揮発性の汚染要因物を被汚染物から除去する装置において装入端及び排出端を有する室と、被汚染物を室を通過して室の装入端から排出端に移動させるためのベルトコンベヤと、ベルトコンベヤの上方で室内に配置されていて、被汚染物が室を通過して移動している間にベルトコンベヤ上の被汚染物を加熱し、汚染要因物を揮発させ、処理物質を生じさせるための少なくとも一つの加熱器と、汚染要因物の焼却を実質的に防止するのに有効な酸素濃度、温度及び時間の条件を維持するための手段と、揮発した汚染要因物を室から運び出すための搬送用ガスをベルトコンベヤ上の被汚染物の上方に流すための手段と、室の一端に位置していて、室から排出された揮発汚染要因物の少なくとも一部を凝縮させるための急冷器を有することを特徴とする装置。

【請求項15】 ベルトコンベヤに隣接して配置されていて、室内への被汚染物の装入に先立って被汚染物を乾燥させて水分を除去するための乾燥器を更に有することを特徴とする請求項14の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、揮発性及び半揮発性の汚染要因物を固形物から除去するための装置及び方法に関し、特に、土壌からの有機物及び揮発性金属の熱的脱着操作を行なって汚染要因物を土壌から分離するための装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 有機物及び重金属による土壌、スラッジ、アッシュ及びその他の固形物の汚染は、環境上の重要問題である。これら固形物が大量であること及びその処分に要する費用が高いために、処分が必要な廃棄物を減容する必要がある。

【0003】 汚染されている土壌を処理するには、汚染要因物の分解操作、例えば焼却或いは熱分解法を用いるのが良く、或いは土壌からの汚染物の分離、例えば熱的脱着法を用いるのが良い。焼却中、汚染要因物は種々の酸素濃度及び滞留時間の条件のもとで汚染要因物を分解するのに有効な温度に加熱される。熱分解中、汚染要因物は、酸素の不在のもとで所定の滞留期間の間加熱され、汚染要因物を分解するのに有効な温度にされる。熱

的脱着法の実施中、汚染要因物は種々の酸素濃度及び滞留時間の条件のもとで、汚染要因物の分解を防止するのに有効な温度に加熱され、それにより土壌からの揮発汚染要因物の分離が可能となる。

【0004】焼却炉の一例は、米国特許第4,050,900号(ホップズ氏等)に開示されている装置であり、かかる米国特許の内容をコンベヤベルトを利用する焼却装置の説明に関し本明細書の一部を形成するものとしてここに引用する。材料をコンベヤベルトに載せた状態で燃焼室中を移動させる。材料が室中を前進しているとき、材料は、赤外線加熱手段及び脱着した有機物の燃焼の相乗作用により焼却され、燃焼ガスが放出される。焼却は処分を必要とする廃棄物を減容させるけれども、毒性の強い燃焼生成物、例えばダイオキシンが生じるが、これはアフターバーナー及びスクラビング部分内で効果的に処理する必要がある。固定層焼却設備を用いると、大量の被汚染物を包装して、容量の限られた認可焼却設備に輸送しなければならない。

【0005】EPA(米国環境保護局)申請分析報告である“Shirco Infrared Incineration System”(1989年6月発行、39~42頁)は、赤外線加熱要素を用いてコンベヤベルト上の材料を加熱し、その結果、汚染要因物を一次室内で材料から脱着させ、次いで、脱着した汚染要因物を一次室内で焼却させる方法を開示している。脱着した汚染要因物の燃焼が一次室内で完全でない場合、脱着した汚染要因物を二次室内で焼却するが、それにより毒性のある燃焼生成物が生じる。

【0006】米国特許第3,954,069号(ローケン氏)に示す別な焼却法では、スラッジを間接的に加熱し、空気の排ガス、悪臭のあるガス及び水を生じさせ、これらを凝縮器に送る。凝縮器内では、水だけが凝縮されて除去され、したがって「汚染要因物」である悪臭のあるガスは焼却炉に到達するようになる。

【0007】焼却法に類似した方法が、“Process Technology and Flowsheets”(マグローヒル発行、1979年、225~226頁)に開示されており、この方法では、廃棄物を900°Fで熱分解して油蒸気、ガス蒸気及び水蒸気を生じさせる。蒸気を急冷して熱分解燃料油及び排ガスを生じさせる。しかしながら、熱分解中、汚染要因物を分解し、それにより残留化合物、例えば危険で毒性があり、或いはEPA(環境保護局)による規制が必要な物質が材料中に残ってしまうことがある。

【0008】土壌の熱処理の一例が米国特許第4,738,206号(ノーランド氏)に開示されている。汚染状態の土壌を、内部が加熱されたネジ山付きスクリュコンベヤによって室中を搬送し、蒸気を汚染要因物の沸騰温度よりも低い温度でストリップングする。しかしながら、この方法を実施すると、非常に多量のガスが発生することになり、次にこのガスを処理して汚染要因物を除去しなければならない。

【0009】土壌の熱的脱着法のもう一つの例が、米国特許第4,977,839号(ホッヒマン氏等)及び米国特許第4,864,942号(ホッヒマン氏等)に開示されている。ロータリーキルン内に置かれた被汚染物は、汚染要因物を揮発させるのには有効ではあるが、焼却温度よりも低い温度を、汚染要因物の所望の分離度を得るのに十分な期間に亘って受ける。しかしながら、焼却は、酸化物質の存在と材料の特定時間の滞留期間の組み合わせによって生じるのであって、プロセスが生じる温度には起因しない。

【0010】米国特許第4,782,625号(ガーケン氏等)は複数のネジ孔を備え、土壌を通過させるための回転式シリンダ内で有機化合物を揮発させる方法を開示している。材料乾燥手段、濾過手段、スクラビング手段及び活性炭の層が個々にトレーラのベッド上に取り付けられて機器の搬送を容易にする。

【0011】ロータリーキルンを用いて汚染状態の土壌を処理する方法に関し、もう一つの説明が、マイケル・エー・スミス監修の“Contaminated Land Reclamation and Treatment”(プレナムプレス、37~90頁)の所収論文であるラルケン氏の“On-Site Processing of Contaminated Soil”(1985)に開示されている。汚染要因物の焼却法、解媒利用の処理法及び低温揮発の方法が開示されている。排ガスの低温処理法において、ラルケン氏の手法では、搬送用ガスとして蒸気を用いること、サイクロンによる濾過、凝縮、ガスクラビング、結果的に得られる汚染流体からのガスの分離、ガスの排出前に活性炭を通してガスを濾過することを開示している。しかしながら、ロータリーキルン、回転式シリンダ、或いはスクリュコンベヤの利用にはいくつかの欠点に伴う。ドラム内における材料の混転(これにより、材料の諸部分が異なる速度でドラムを通過して進行する場合がある)により、所望の分離度を達成するための回転式ドラム内における材料の滞留期間が重要である。

【0012】ロータリーキルン及びスクリュコンベヤの利用に対するもう一つの欠点は、キルンのシェルまたはスクリュコンベヤのネジ山を通る伝熱速度が限られていることであり、それにより、これらプロセスの処理量が制限される。また、土壌または屑片の最終温度は、キルンまたはスクリュコンベヤの構成材料によって制限される。その理由は、汚染要因物を揮発させるために材料を通る所望の電熱を得るのに必要な火炎温度がロータリーキルン及びスクリュコンベヤに損傷を引き起こす場合があるからである。このような損傷として、例えばロータリーキルン及びスクリュコンベヤの材料の疲労及び溶融が挙げられる。汚染要因物を揮発させる低い温度を用いると、熱脱着ユニット内における材料の滞留時間を長く取る必要がある。

【0013】回転式ドラムの利用に対するもう一つの欠点は、材料の混転に起因するドラム内におけるダストの

生成であり、これにより排ガスの処理が難しくなり、多量の被汚染廃棄物が生じ、作動上の問題、例えばパイプの閉塞問題が生ずる場合がある。

【0014】本発明の主目的は、処理量が多く、しかも毒性物質を新たに生じさせない、被汚染物からの汚染要因物の効率的な分離方法及び装置を提供することにある。

【0015】この目的に鑑みて、本発明の要旨は、被汚染物から汚染要因物を除去する方法において、被汚染物をベルトコンベヤ上に載せた状態で室内をその装入端から排出端に移動させ、室内のベルトコンベヤ上の被汚染物を、被汚染物が室内を通過して移動している間に加熱して、汚染要因物を揮発させると共に実質的に汚染除去された処理物質を得るのに有効な温度にし、汚染要因物の焼却を実質的に回避するのに有効な温度、酸素濃度及び滞留時間を維持し、揮発した汚染要因物を室から排出し、室から排出した揮発汚染要因物の少なくとも一部を凝縮させて凝縮物を生じさせ、処理物質を室の排出端を通して室から排出することを特徴とする方法にある。

【0016】本発明の方法は更に、揮発した汚染要因物を室から運び出すための搬送用ガスを室に通す段階を更に含むのが良い。

【0017】本発明の方法は更に、室内への被汚染物の挿入に先立って被汚染物を乾燥させる段階と、空気が室内に入らないようにする段階と、凝縮させたガス流をスクラビングする段階と、ガスの少なくとも一部を再循環させる段階と、水の少なくとも一部を再循環させる段階と、スクラビングされたガスの少なくとも一部をガス清浄化装置内で清浄にする段階と、汚染状態の液体凝縮物を水処理装置内で処理する段階と、水の少なくとも一部を炭素吸着塔内で処理する段階とを含む。

【0018】本発明の要旨は更に、揮発性及び半揮発性の汚染要因物を被汚染物から除去する装置において装入端及び排出端を有する室と、被汚染物を室を通過して室の装入端から排出端に移動させるためのベルトコンベヤと、ベルトコンベヤの上方で室内に配置されていて、被汚染物が室を通過して移動している間にベルトコンベヤ上の被汚染物を加熱し、汚染要因物を揮発させ、処理物質を生じさせるための少なくとも一つの加熱器と、汚染要因物の焼却を実質的に防止するのに有効な酸素濃度、温度及び時間の条件を維持するための手段と、揮発した汚染要因物を室から運び出すための搬送用ガスをベルトコンベヤ上の被汚染物の上方に流すための手段と、室の一端に位置していて、室から排出された揮発汚染要因物の少なくとも一部を凝縮させるための急冷器を有することを特徴とする装置にある。

【0019】室内で間接的な加熱を備えたベルトコンベヤを用いる熱脱着ユニット及び方法を利用すると、多量の被汚染物を、他の手段、例えばロータリーキルンを用いた場合の汚染要因物の揮発に必要な滞留時間よりも短

い滞留時間で、且つ一層小さな室で汚染除去をすることができる。そのうえ、ダストのキャリーオーバーが最少限に抑えられ、滞留時間が制御され、より高いマトリックス温度が達成できる。

【0020】本発明の内容は、添付の図面に例示的に示すに過ぎない好ましい実施例の以下の説明から一層明らかになろう。

【0021】

【実施例】本明細書に開示する発明は、汚染要因物を汚染状態の固形物から熱的作用により脱着させ、それにより揮発性汚染要因物を固形物から分離するための装置及び方法を提供する。

【0022】全体を参照番号10で支持する熱的脱着ユニットは、水、揮発性の汚染要因物、例えばPCB（ポリ塩化ビフェニル）、PHC（石油炭化水素）、PCP（ペンタクロロフェノール）、及び半揮発性の金属または金属化合物、例えばアンチモン、鉛、カドミウム、亜鉛または水銀を蒸発させることができる。

【0023】図1及び図2を参照すると、熱的脱着ユニット10は室20を有する。室20は、実質的に気密の複数の壁を備えたハウジングである。室20は、材料を室20内へ入れる装入端30及び材料を室20から排出する排出端32を有する。室20は軟炭素鋼で構成されていて、セラミック繊維で断熱されている。シェルを腐食性の揮発物から保護するために、断熱材の装着前にステンレス鋼内面に耐腐食性の物質をスプレーし、ステンレス鋼を蒸気障壁（追加の繊維断熱材層を含むのがよい）をセラミック繊維に隣接して配設する。

【0024】室20は、被汚染物を室20を通して搬送するベルトコンベヤ（合金またはセラミック布で構成されるのがよい）を収容している。ローラ38で支持されているベルトコンベヤ36は、材料を室20の装入端30から排出端32まで移動させるための上部ベルト部分40及び上部ベルト部分38の下に位置した下部ベルト部分42を有する。ベルトコンベヤ36の代用として回転式乾燥機、例えばリータリーキルンまたは回転式ドラムを使用できない。その理由は、回転式乾燥機内における材料の滞留時間が変化し、伝熱速度が制限され、材料の温度範囲が制限され、揮発した汚染要因物内における粒子のエアレーションが生じるからである。

【0025】室20内には列状に取り付けられた歯を備えた回転バー（図示せず）が位置決めされており、かかる歯は、材料が室20を通過して移動しているときにベルトコンベヤ36上の材料層をゆっくりと掻き取って汚染要因物の除去量を増大させる。複数の回転バーは、材料がベルトコンベヤ36の長さに沿って移動しているときに材料のすべてが回転するよう位置決めされたはを備えたベルトコンベヤ36の長さに沿って位置決めされている。回転バーは材料を転動させて汚染要因物のすべてが熱にあたるようにするが、ベルトコンベヤ36の上方で

空間内に浮遊する粒子を生じさせないようにする。

【0026】回転バーはロータリーキルンと比べてコンベヤベルト36上における材料の移動速度を妨害しない。ロータリーキルンは材料をひっくり返すので、室を
10 通って進行している材料の一部が、室を通過して進行している材料の他の部分の移動速度とは異なる速度で進む恐れがある。ベルトコンベヤ36上で室20を通る被汚染物の一定の移動速度は、材料の特定の部分はロータリーキルン内に止まっている可変時間と比べて、既知の滞留時間の決定が可能となる。ある特定の温度における特定の汚染要因物の効果的な揮発に必要な滞留時間を知ることにより、材料を室20内に保持する時間を最短にすることができ、それにより熱的脱着ユニット10を通る材料の処理量を増大させることができる。

【0027】材料がベルトコンベヤ36上に載った状態で室20を通過して移動しているときに材料を加熱するための複数の加熱器50がベルトコンベヤ36の上に配置されている。加熱器50は赤外線加熱器、無線周波数加熱器、またはマイクロ波加熱器であるのがよい。これらの加熱器を用いると、被汚染物内において非常に高い温度を得ることができる。その理由は、伝熱面及びそれらの構成材料を考慮する必要がないからである。好ましくは、赤外線加熱器を用い、それにより材料を対流作用及び伝導作用によって直接的に加熱することができると共に放射作用により間接的に加熱することができる。材料が一定速度で室20の中を通過して移動し、所要の温度はベルトコンベヤ36の利用によって得ることができるので、室20内における被汚染物の滞留時間を正確に制御することができる。

【0028】所要の酸素濃度及び室20内における材料の滞留時間が維持されている間、加熱器50は、汚染要因物を焼却または熱分解しないで、要因物を揮発させるのに有効な温度まで加熱することができる。加熱器50は材料を、汚染要因物を固形物から揮発させるために約212°F (100°C) ~ 1250°F (680°C) の範囲の温度まで加熱する。好ましくは、材料は、PCBで汚染された材料については少なくとも約850°F (450°C) まで加熱される。加熱器50は、電力を加
30 熱器50に供給すると共に制御するための制御パネル(図示せず)に接続されている。

【0029】室20は、空気が室20内に入らないようにするために実質的に気密である。室20内における空気量を減らせば、室20から大気中に漏れる揮発汚染要因物の恐れが少なくなる。空気が室20内に入らないようにすることにより、室20内におけるガスの循環量が少なくなり、これにより、ベルトコンベヤ36の上方で流動するダスト及び粒状物が最少量に抑えられる。それにより揮発汚染要因物の除去効率を上げることができる。また、焼却に必要な条件は、空気量、室20内における温度及び滞留時間の組み合わせなので、室20から
50

の空気の逃げ出し防止は、汚染要因物の焼却の恐れを少なくし、それにより毒性の強い燃焼生成物、例えばダイオキシン及び酸化ジフェニレンの生成を最少量に抑える。

【0030】供給コンベヤ52は被汚染物を供給源、例えば乾燥機54から、室20の装入端30に隣接して配置された供給ホッパ56へ移動させる。供給ホッパ56は、細長いハウジング内に回転自在に取り付けられていて、被汚染物を室20内へ送り込むための複数のスクリー
10 ューコンベヤ(図示せず)を有するのがよい。被汚染物で満たされたスクリーコンベヤはシールとして働き空気が室20内へ流入するのを防ぐ。

【0031】室20の排出端に隣接して設置されたコンベヤ58が、実質的に汚染の除去された処理物を室20から除去する。

【0032】室20は、室20中の被汚染物の移動方向とは逆の方向で室20内へガス流を送るためのガス入口ダクト62を有する。搬送用ガスは、揮発した汚染要因物を室20の排出端32から室20の装入端30に向かって搬送することになるであろう。好ましくは、ガスはベルトコンベヤ36上の被汚染物の上方を流れることになる。汚染状態の土壌を通るガスの流れを防止することにより、ベルトコンベヤ36の上方のダスト及び微粒子の存在が軽減されることになり、それによりかかる処理によって生じた汚染状態の廃棄物の量を減少させる。搬送ガスの対向流は、汚染要因物を室20から運び出すのに十分な速度、例えば約0.2フィート/秒(0.06
20 m/秒) ~ 2.5フィート/秒(0.75m/秒)である。汚染要因物を運ぶガスは、室20からその装入端30の近傍に配置されたガス出口ダクト64を通過して排出される。

【0033】乾燥機54は、被汚染物が室20に流入する前に、水を被汚染物から蒸発させるのに用いられるが、これを用いるかどうかは任意である。熱的脱着に先立つ水の除去によって、室20内において汚染要因物を脱着するのに必要な熱の量及び滞留時間は、室20内において汚染物及び水を脱着させるのに必要な量よりも少ない。

【0034】室20から排出された処理物を、処理物の冷却用の水で急冷する。急冷によって生じた蒸気を、室20内に導入することにより、揮発した汚染要因物を室20から運び出すための搬送用ガスとしてシステム内へ再循環させるのがよい。好ましくは、蒸気が土壌表面上で凝縮するのを防止するため、室20からの出口に向ける土壌の温度が212°F (100°C) 以上になるまでは蒸気を室20に導入しない。変形例として、窒素または二酸化炭素を、揮発汚染要因物を室20から運び出すためのガスとして使用してもよい。

【0035】室20のガス出口ダクト64から排出中のガスを凝縮させるためには急冷器が室20に隣接して配
50

置されている。好ましくは、直接式水スプレー接触凝縮器が用いられる。水を急冷器70内のガス混合物にスプレーすると水飽和ガスが得られる。ガスを約212°F (100°C)以下の温度に急冷するのがよい。ガスを凝縮することによって、ガスの焼却と比べ、液体凝縮物を次の処理のために別な場所に容易に搬送することができる。また、揮発汚染要因物を処理するために急冷器を用いても、揮発汚染要因物の焼却によって生じるような毒性副産物は生じない。

【0036】引き続き図1を参照すると、スクラバ80の、粒状物を水飽和蒸気から除去するために急冷器70に隣接して配置されている。高圧のスプレーがスクラバ80内のガスに当たると、粒状物は水滴に付着する。汚染要因物を含む粒状物は、スクラバ80からのガスの除去に起因してスクラバ80から別々に除去される。

【0037】一例として、カルバート・インコーポレイテッド (Calvert Inc.) から入手できるカルバート式コリジョンスクラバ (Calvert Collision Scrubber) をスクラバ80として利用するのがよい。カルバート式コリジョンスクラバに流入するガスは、ベンチュリー管スクラバ・スロートに類似した、一次霧化領域に流入するのに先立って2つのガス流に分割される。水滴のような水捕集粒子滴は、スロートの中心で衝突区域に向かって加速される。衝突区域内では、水滴は完成のため反対方向のガス流中に進み、この中で、水滴は一次霧化領域内における相対速度の2倍の相対速度になる。この衝突による方法は、水滴を微小水滴に裁断するが、これら微小水滴は、次粒子 (submicron) を効果的に捕集すると共に、ガス急着のための広い質量輸送面積を生じさせる。実質的に量子のないガス流は、液体をなすから分離するための脱着部分に流れ、ここで液滴が除去される。

【0038】スクラビングされたガスは、誘引ブロワ84によってスクラバ80から引き出される。ガスの一部は、追加の有機物汚染要因物除去ステップを構成するガス清浄化装置86、例えば活性炭が設けられた煙突に通される。ガスの一部を、ガスを搬送流ガスとして室20内に通すことにより再循環させるのがよい。

【0039】スクラバ80から除去された水を水処理装置90、例えば油/水分離器に送られる。水処理装置90は汚染要因物、例えばPCB、PHC及び土壤微粒子を除去する。水処理装置90から排出された汚染要因物を、焼却設備に送って次の処理を行なうのがよい。

【0040】処理水の一部は空気冷却器90に通され、室20からのガス出口流を冷却するために急冷器70に戻される。空気冷却器92は、間接式水冷却スプレー塔または乾燥冷却装置を含むのがよい。

【0041】処理水の一部は、水に追加の処理法を与えるための残留物処理装置94に通され、この残留物処理装置94は、活性炭、イオン交換法、沈澱法及び浮選法を含むのがよい。残留物処理装置94に通された水は、

水を用いて室20から出ている処理土壌を急冷することにより再循環される。

【0042】制御装置 (図示せず) は、熱脱着法のサブシステムを動作させるのに必要な制御装置を収容している。制御キャビネット (図示せず) は、システム警報装置、信号表示器、記録装置、プロセスコントローラ、プロセス指示器を収容している。

【0043】一例として、熱脱着法の時間処理量は、少なくとも1時間あたり土壌約1トン (900kg) である。好ましくは、処理量は毎時少なくとも約10トン (9000kg) である。熱脱着ユニット10は、毎時少なくとも約15トン (13600kg) の土壌の処理を可能にする。熱脱着ユニット10の室20内における土壌の滞留時間は約5分~60分である。

【0044】例示として、熱脱着ユニット及び熱脱着法を用いて達成できる最終PCBレベル予想値は約1ppm以下である。PCBを効果的に除去するためには、被汚染物を約850°F (450°C) の温度状態において、約2~20分の滞留時間で約850°F (450°C) 以上の温度に加熱する。一例として、PCBで汚染された約20700ポンド/時 (9400kg/時) を、温度が約950°F (510°C) 及び滞留時間が約6分間で室20内で処理するのがよい。PCBは例示の目的にのみ使用した。有機物、揮発性金属及びそれらの使用も除去することができる。

【0045】熱脱着装置の性能は供給材料の性状で左右される。供給能力は主として、汚染要因物脱着速度、熱伝導率、供給物の湿分百分率によって決まる。他の重要な変数としては、被汚染物の層の熱容量、土壌の密度及び土壌の吸収力が挙げられる。

【0046】被汚染物を汚染現場から、熱脱着ユニット10を収容している恒久的な設備に輸送するのがよい。変形例として、熱脱着ユニット10を、被汚染物の現場処理のため汚染現場に輸送してもよい。

【0047】熱脱着法で用いられる各種構成要素のうちの幾つか、例えば加熱器50及びベルトコンベヤ36の構成及び作用は、米国特許第4,050,900号に示されている。

【0048】図2を参照すると、熱脱着ユニット10の室20、供給ホッパ56、ベルトコンベヤ36及び加熱器50は第1のトレーラ100上に収容されている。

【0049】図3を参照すると、第2のトレーラ102は、複数の水処理装置90及び複数の炭素急着塔94を収容している。

【0050】図4を参照すると、第3のトレーラ104が、急冷器70、スクラバ80、誘引ブロワ84及びガス清浄化装置86を収容している。

【0051】図5を参照すると、第4のトレーラ106が空気冷却器92を収容している。他の種々の機器の構成要素、例えば変圧器、ポンプ及び制御装置も追加のト

レーラ（図示せず）上に装備してもよい。

【0052】次に動作原理を説明すると、予備処理設備（図示せず）は被汚染物を処理して1インチよりも小さな個々の細片を備えた供給流を生じさせる。図1及び図2を参照すると、処理後、被汚染物を流れ110を通して秤量ホッパ111の中に配置し、秤量ホッパ111は室20への被汚染物の一定の供給量を保つ。

【0053】乾燥機54を使用するかどうかは任意である。もし被汚染物を秤量ホッパ111から室20の中に運び込む場合、室20内に設けられている加熱器50は、汚染要因物を熱の作用で脱着させるのに先立って、水を被汚染物から蒸発させることになる。もし被汚染物を秤量ホッパ111から流れ112を通して乾燥機54に運び込む場合、被汚染物は乾燥機54内で加熱され、それにより水が被汚染物から蒸発する。被汚染物を室20内に装入する前に水を除去することにより、汚染要因物を被汚染物から熱の作用で脱着するのに必要なエネルギーが少なくなり、室20内における被汚染物の滞留時間が短くなる。被汚染物は濡れた状態のスラッジ

（これは、供給ホッパ56のスクリュコンベヤを詰まらせる場合がある）であるので、被汚染物を室20の中に装入する前に被汚染物を乾燥機54で乾燥させることにより、湿った状態のスラッジを、供給ホッパ56を詰まらせることのない別々の材料片に変える。また、乾燥した被汚染物は取扱いが湿りスラッジよりも一層容易である。

【0054】被汚染物を、実質的に密閉されている供給コンベヤ52上の供給ホッパ56に運ぶ。被汚染物は、室20の頂部に設けられた開口部を通して落下し、ベルトコンベヤ36の幅全体に亘って1〜2インチ（2.5〜5cm）の層を形成する。

【0055】赤外線熱的脱着ユニット10の室20は、室20から大気中への揮発汚染要因物の漏れを減少させるために、僅かな真空路、例えば水中約0.1インチ（0.2cm）の状態で作動する。被汚染物は、ベルトコンベヤ36上に載った状態で室20内を移動している間、加熱器50によって加熱される。被汚染物は、汚染要因物を土壌から揮発させるのに有効な温度、例えば212°F（100°C）〜1250°F（680°C）の温度に加熱されることになる。

【0056】流れ113の中のガス流は、ガス入口ダクト62を通して室20に入り、ベルトコンベヤ36上の被汚染物の流れとは逆の方向でベルトコンベヤ36の上方で揮発汚染要因物を搬送する。ガス及び揮発汚染要因物はガス出口ダクト64を通して室20から出る。

【0057】ガス及び揮発汚染要因物を含む蒸気生成物である排ガスは、流れ114を通して急冷器70に流れ、急冷器70は、ガスの温度をその飽和点よりも低い温度に下げて蒸気生成物である排ガスを凝縮させるために冷水のシャワーを提供する。急冷器70から、ガス流

は流れ116を通してスクラバ80に達し、スクラバ80は固形物及び汚染要因物をガス流から除去するために水滴接触法を用いる。ガス流及び汚染状態の液体凝縮物はスクラバ80から出ることになる。

【0058】清浄になったガス流は、誘引ブロウ84によってスクラバ80から流れ118を通して引き出される。清浄になったガス流の一部は、ガスを再循環させるためガス入口ダクト62を通して室内に流入するために流れ120を通して流れるのがよい。清浄になったガス流の残りの部分は、流れ122を経て、大気中への放出に先立って追加の清浄化段階を行なうためのガス清浄化装置86に流れ込む。

【0059】汚染状態の液体凝縮物は、重力沈降法を用いて油汚染要因物スラッジ層を除去するための水処理装置90に流れ124を経て流入する。また、清浄にされた水を、浮選法、重力沈降法または炭素急着法によってさらに処理して汚染要因物の残部を除去するのがよい。油のスラッジ及び急着された汚染要因物を流れ126に通し、現場から除去して次の処理を行なう。

【0060】汚染除去された水は流れ128を通り、汚染除去された水の一部は流れ130を経て空気冷却器92に通され、次いで流れ132を経て、水の再循環のため急冷器70に通される。汚染除去された水の一部は残留有機物及び金属を除去するため残留物処理装置94の中に流れ134を経て流入し、次いで流れ136に通され、水の再循環のため室20を出ている清浄な土壌を急冷するために用いられる。

【0061】清浄な土壌はベルトコンベヤ36の一端から落下してコンベヤ58上に載り、室20の排出端32を通して熱脱着ユニット10から出る。室20から排出された清浄な土壌の温度を下げるために急冷した後、土壌を環境に戻す。清浄な土壌を急冷することによって生じた蒸気の少なくとも一部分を、蒸気を搬送用ガスとして室20に通すことにより再循環させる。

【0062】したがって、本発明は、被汚染物を焼却せず、汚染要因物を被汚染物から熱の作用で脱着するに有効な酸素濃度、温度条件及び滞留時間のもとで加熱することにより揮発性汚染要因物を汚染土壌から除去するための装置及び方法を提供する。

【図面の簡単な説明】

【図1】汚染要因物を熱の作用で被汚染物から脱着させるためのシステムの略図である。

【図2】コンベヤベルトを備えた熱脱着ユニットを収容するトレーラの略図である。

【図3】水処理装置を収容しているトレーラの略図である。

【図4】ガス処理装置を収容しているトレーラの略図である。

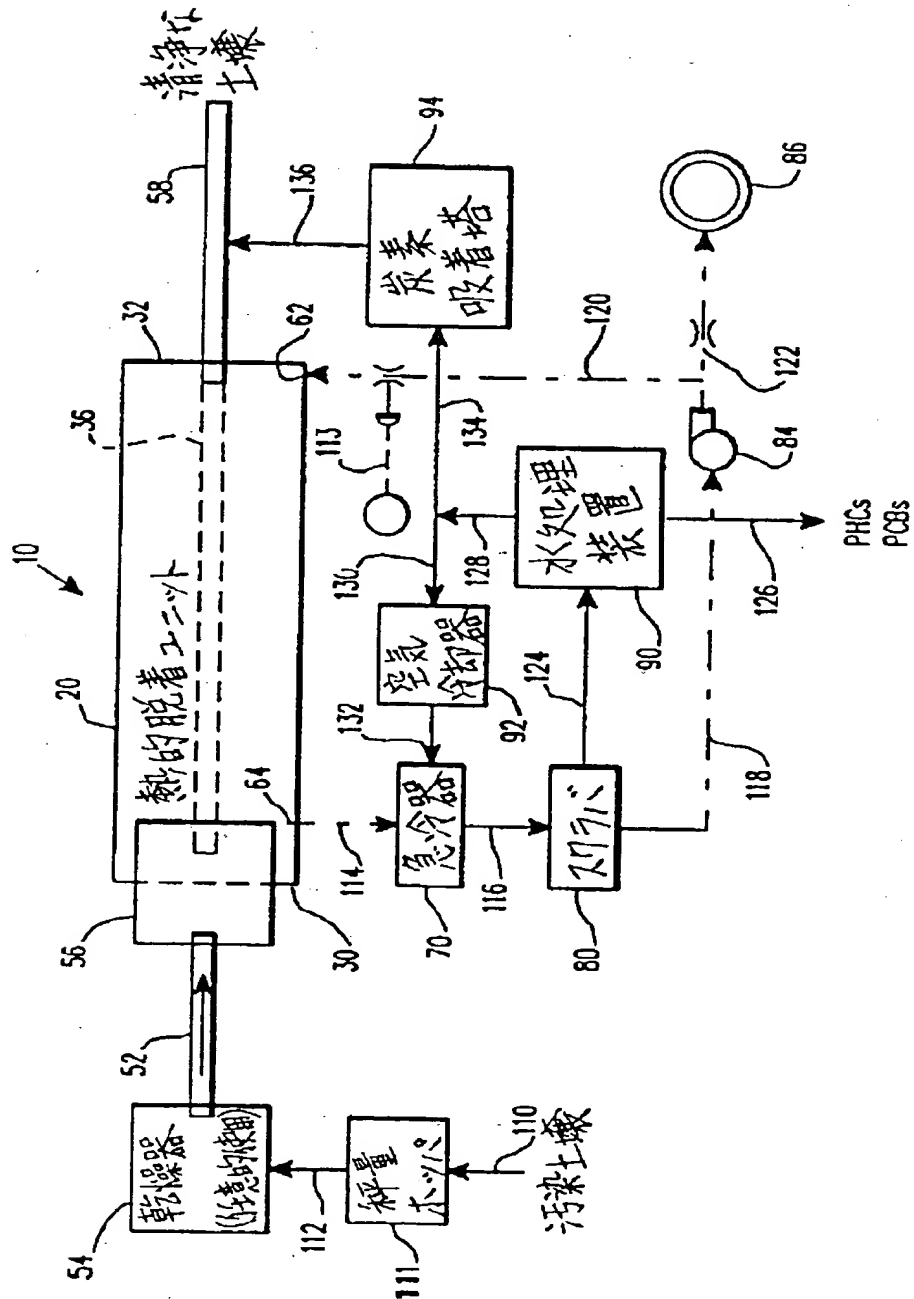
【図5】再循環水冷却装置を収容するトレーラの略図である。

【符号の説明】

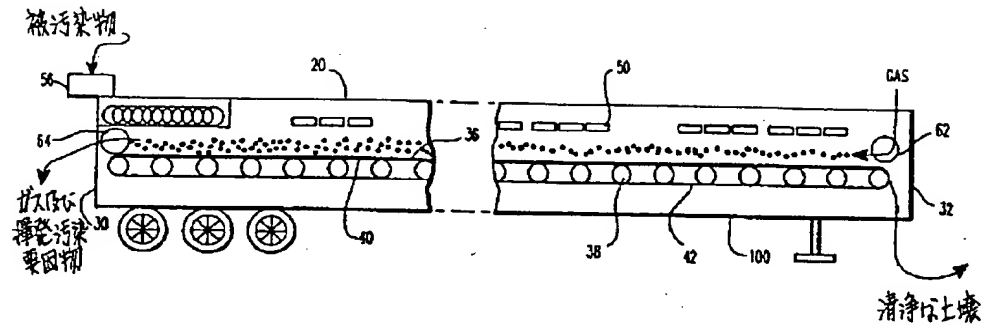
10 熱脱着ユニット
20 室
30 装入端
32 排出端

36 ベルトコンベヤ
50 加熱器
70 急冷器
54 乾燥機

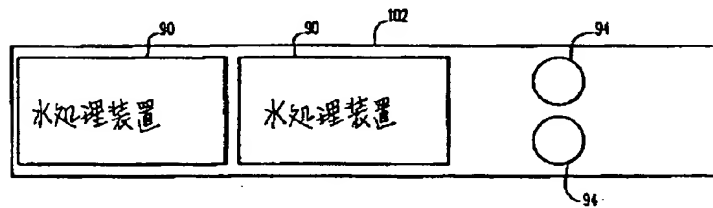
【図1】



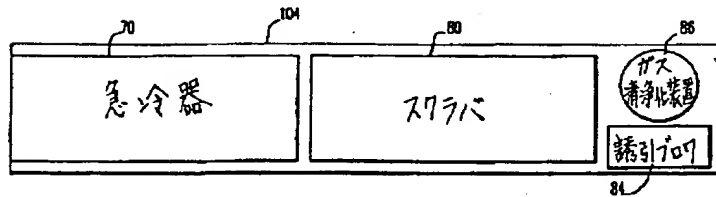
【図2】



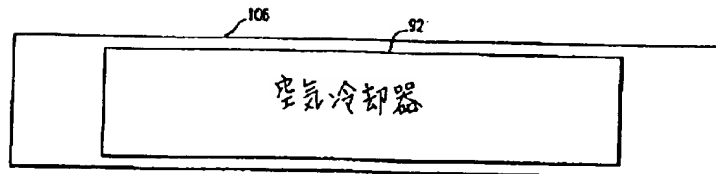
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72) 発明者 デビッド チャールズ グラント
 アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 ギブ
 ソニア クリークビュー ドライブ 1018